



بررسی سیلاب‌های حوضه سد سیل بند و راه‌های جلوگیری از خطرات ناشی از آن بر شهر لار

دکتر علی وختوری

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

چکیده

سیل به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن جریان رودخانه و حوضه مسیل‌ها بصورت غیر منتظره افزایش پیدا کرده بطوریکه باعث خسارات مالی و جانی می‌گردد. خصوصیات سیلاب‌هایی را که در یک منطقه اتفاق می‌افتد می‌توان با استفاده از روش‌های گوناگون پیش‌بینی کرد.

تحقیق حاضر به شناسایی عوامل ایجاد سیل و بکارگیری روش‌های علمی در تخمین حجم سیلاب و پیش‌بینی آن برای آینده و اقدامات حفاظتی جهت کاهش زیان‌های احتمالی سیلاب در شهرستان لار اختصاص دارد. ابتدا به تحلیل مهمترین عامل تأثیرگذار روی سیلاب یعنی بارندگی پرداخته و آن را برای دوره‌های بازگشت طولانی مدت محاسبه نموده و سپس مطالعه مورفومتری حوضه آبریز منطقه انجام شده است. علاوه بر آن به محاسبه حجم سیلاب و تخمین دبی اوج حاصل از سیلاب‌ها با دوره‌های بازگشت معین در این حوضه اقدام شده است. در ادامه این نتیجه حاصل شده که خطرات ناشی از سیلاب‌های احتمالی این حوضه برای شهر لار تا چه اندازه است و سپس راه‌های پیشگیری از آن از جمله توسعه مراتع طبیعی، رسوب زدایی سد، توقف عملیات زراعی غیر مجاز مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: حوضه آبریز، دوره بازگشت، مورفومتری، دبی اوج، لار.

مقدمه

از بین خطرات طبیعی که انسانها با آن مواجه می‌شوند، احتمالاً سیلاب بزرگترین و گسترده‌ترین آنها است که سبب خسارات و نابودی زیادی می‌شود. (پاسیون، ۱۹۹۹، ۹۵).

این پدیده در ایران نیز شناخته شده است به عبارتی طی نیم قرن اخیر از نظر تعداد، حجم و خسارات، روند افزایشی داشته است. در طی چهل سال گذشته بیش از ۳۷۰۰ واقعه مهم سیل در کشور ثبت شده است که ۵۲ درصد آن مربوط به ده سال اخیر می‌باشد. تعداد سیل در دهه ۸۰-۱۳۷۰ حدود ۵ برابر دهه ۴۰-۱۳۳۰ بوده است. (شرفی و دیگران، ۱۳۸۱، ۲۲)

اکثر نقاط ایران دارای تابستانهای گرم و خشک است اما بالا بودن ضریب تغییرات بارندگی باعث وقوع خشکسالی‌های گسترده و سیلاب‌های ویرانگر می‌شود که تأثیر نامطلوبی بر اقتصاد ملی کشور دارد.

طغیان رودخانه‌ها موجب از بین رفتن جان انسان‌ها و تخریب تأسیسات شهری و مسکونی و نابودی ساختارهای زیربنایی در صنعت و کشاورزی و حتی از بین رفتن احشام و اقتصاد دامپروری خواهد شد. (ناظم‌السادات، ۱۳۸۰، ۱۰) برای پیشگیری خسارات ناشی از وقوع سیلاب، می‌بایست احتمال وقوع

و بزرگی سیلاب‌های مهم را برآورد نمود و با بکارگیری روش‌های مناسب و تأسیسات خاص، اثرات سیلاب را کنترل کرد. (مهدوی، ۱۳۸۱، ۲۶۳) برای پیش‌بینی سیل در یک مکان مشخص بهتر این است که تعدادی از سیلاب‌هایی را که قبلاً در آن منطقه اتفاق افتاده است اندازه‌گیری و ثبت کرده باشیم تا با تجزیه و تحلیل داده‌های آنها خصوصیات سیلاب‌هایی را که در آینده اتفاق می‌افتد پیش‌بینی کنیم. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۶۶۵) در صورتی که از حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها و شبکه‌های آبراهه‌ای منتهی به شهرها آگاهی کافی داشته باشیم، می‌توانیم با توجه به ویژگی‌های آب و هوایی و رژیم بارش و با تعیین و احتساب حوضه‌های آبریز، با مهار آبهای روان از بروز ضایعات ناشی از سیل در شهرها جلوگیری نماییم. (رهنمایی، ۱۳۷۱، ۱۰۳)

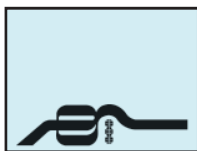
با توجه به اینکه تا کنون بررسی علمی درباره تخمین سیلاب‌های منطقه صورت نگرفته است و همچنین در حوضه سد سیل بند شاهد سیلاب‌های مخربی بوده ایم، لذا کار بررسی سیلاب در این حوضه و با توجه به روشهای ذکر شده همراه با مطالعات میدانی که شرح آن خواهد رفت انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق کتابخانه‌ای می‌باشد و هر چه لازم بوده به وسیله مطالعات میدانی^۱ انجام شده است. علاوه بر آن با جمع‌آوری آمار هواشناسی و تحلیل مهمترین بخش آن یعنی بارندگی وضع آینده پیش‌بینی شده است. همچنین با اندازه‌گیری روی نقشه توپوگرافی حوضه، خصوصیات مورفومتری آن محاسبه شده است. علاوه بر آن مطالعات میدانی، مشاهده مستقیم از حوضه و مصاحبه‌های حضوری با کارشناسان منابع طبیعی در کسب بیشتر واقعیت بسیار مؤثر بوده است. استفاده از فرمول‌های آماری نظیر ویبول، نرمال، گامبل و بکارگیری روشهای کتاین و S.C.S در محاسبه ارتفاع، حجم و دبی اوج حاصل از سیلاب‌های گذشته و تحلیل سیلاب‌های آینده بخش دیگری از روشی است که در تهیه مقاله بکار رفته است. در پایان مقایسه سیلاب‌های گذشته و آنچه که در آینده احتمال وقوع آن می‌رود، و خطرات احتمالی که حوضه دچار آن خواهد شد، انجام شده و بر اساس آن راهکارها و پیشنهادهای ارائه گردیده است.

مشخصات جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه

شهر لار در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی قرار دارد.



جدول ۱: میزان بارندگی ماهانه حوضه ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵

ماه‌های سال	ژانویه (دی)	فوریه (بهمن)	مارس (اسفند)	آوریل (فروردین)	می (اردیبهشت)	ژوئن (خرداد)	ژولای (تیر)	اگوست (مرداد)	سپتامبر (شهریور)	اکتبر (مهر)	نوامبر (آبان)	دسامبر (آذر)	سالانه
بارندگی میلیمتر	۳۹/۸	۴۰/۹	۴۳/۵	۸/۷	۱	۱/۶	۷/۵	۷/۶	۳	۳/۱	۵/۶	۴۶/۱	۲۰۸/۴

منبع: سالنامه هواشناسی ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.

جدول ۲: توزیع بارندگی فصلی حوضه ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵

بارندگی زمستان		بارندگی بهار		بارندگی تابستان		بارندگی پائیز	
درصد	میلیمتر	درصد	میلیمتر	درصد	میلیمتر	درصد	میلیمتر
۵۹/۶	۱۱/۳	۵/۴	۱۸/۱	۸/۷	۵۴/۸	۲۶/۳	

منبع: سالنامه هواشناسی ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.

جدول ۳: میزان بارندگی سالانه حوضه ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵

سال	۱۹۸۱	۱۹۸۲	۱۹۸۳	۱۹۸۴	۱۹۸۵	۱۹۸۶	۱۹۸۷	۱۹۸۸	۱۹۸۹	۱۹۹۰	۱۹۹۱	۱۹۹۲	۱۹۹۳
بارندگی سالانه (میلیمتر)	۱۵۷	۲۹۶/۵	۱۹۸	۱۲۵/۷	۱۱۵	۲۳۴	۸۵	۲۳۴	۱۸۴	۷۸	۳۴۳/۸	۳۹۸/۴	۴۲۰
سال	۱۹۹۴	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	میانگین
بارندگی سالانه (میلیمتر)	۱۱۷/۳	۴۴۰/۵	۳۵۴	۲۶۵/۹	۱۹۸/۱	۱۲۳/۶	۱۰۲/۱	۵۵/۳	۱۴۱/۲	۱۹۲/۱	۲۰۸/۸	۱۴۳/۹	۲۰۸/۴

منبع: سالنامه هواشناسی ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.

جدول ۴: معیارهای پراکنندگی بارندگی سالانه حوضه ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵

دامنه نوسان	انحراف از میانگین	واریانس	انحراف از معیار
۳۸۵/۲	۸۸/۸۸	۱۱۸۸۲/۹۴	۱۰۹

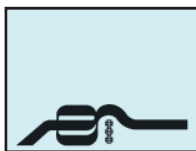
منبع: یافته‌های پژوهش.

نقشه شماره ۱ نشان می‌دهد لار در جنوب استان فارس و در فاصله ۳۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شیراز، و در ارتفاع ۸۰۰ متری از سطح دریا واقع است. لار دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک بوده و بیشترین بارندگی را در ماه‌های سرد سال دریافت می‌کند. هر چند از بارندگی تابستانه معروف به چهل پسین نیز در اکثر سالها برخوردار است. شهر لار در حاشیه شبکه ای از مسیل‌ها بنا شده و وقوع بارندگی‌های شدید در حوضه‌های اطراف شهر باعث پر شدن مسیل‌های داخل شهر و بروز سیل از زمانهای گذشته تا کنون شده است؛ که مهمترین این حوضه‌ها، حوضه آبریز سد سیل بند است. نقشه شماره ۲ توپوگرافی حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

با توجه به نقشه شماره ۲ حوضه سد در محدوده ۲۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و از نظر موقع نسبی در غرب شهر لار واقع شده است. آب جاری حاصل از بارندگی در این حوضه بوسیله مسیله ای از سمت شمال غرب وارد شهر لار شده که این مسیل برای پر کردن آب انبارهای محله‌های قدیمی لار به شعباتی تقسیم می‌گردد که در نهایت از سمت شرق این شهر



نقشه ۱: استان فارس



جدول ۵: فراوانی وقوع و دوره بازگشت بارندگی سالانه حوضه بر اساس فرمول ویبول ۱۹۸۱-۲۰۰۵

ردیف	مجموع بارندگی سالانه به ترتیب نزولی (میلیمتر)	احتمال تجربی (درصد) P/	دوره بازگشت (سال) T	ردیف	مجموع بارندگی سالانه به ترتیب نزولی (میلیمتر)	احتمال تجربی (درصد) P/	دوره بازگشت (سال) T
۱	۴۴۰/۵	۳/۸	۲۶/۳	۱۴	۱۸۴	۵۳/۸	۱/۸
۲	۴۲۰	۷/۷	۱۲/۹۸	۱۵	۱۵۷	۵۷/۷	۱/۷
۳	۳۸۹/۴	۱۱/۵	۸/۷	۱۶	۱۴۳/۹	۶۱/۵	۱/۶
۴	۳۵۴	۱۵/۴	۶/۵	۱۷	۱۴۱/۲	۶۵/۴	۱/۵
۵	۳۴۳/۸	۱۹/۲	۵/۲	۱۸	۱۲۵/۷	۶۹/۲	۱/۴
۶	۳۹۶/۵	۲۳/۱	۴/۳	۱۹	۱۲۳/۶	۷۳/۱	۱/۳۶
۷	۲۶۵/۹	۲۶/۹	۳/۷	۲۰	۱۱۷/۳	۷۶/۹	۱/۳
۸	۲۳۴	۳۰/۸	۳/۲	۲۱	۱۱۵	۸۰/۸	۱/۲
۹	۲۳۴	۳۴/۶	۲/۹	۲۲	۱۰۲/۱	۸۴/۶	۱/۱۸
۱۰	۲۰۸/۸	۳۸/۵	۲/۶	۲۳	۸۵	۸۸/۵	۱/۱۳
۱۱	۱۹۸/۱	۴۲/۳	۲/۴	۲۴	۷۸	۹۲/۳	۱/۱
۱۲	۱۹۸	۴۶/۱	۲/۲	۲۵	۵۵/۳	۹۶/۱	۱
۱۳	۱۹۲/۱	۵۰	۲				

جدول ۶: ضریب فراوانی در توزیع نرمال

احتمال (%)	دوره بازگشت (سال)	ضریب فراوانی (K)	احتمال (%)	دوره بازگشت (سال)	ضریب فراوانی (K)
۰/۰۱	۱۰۰۰۰	۳/۷۱۹	۵۰/۰	۲/۰	۰/۰۰۰
۰/۰۵	۲۰۰۰	۳/۲۹۱	۵۵	۱/۸۲	-۰/۱۲۶
۰/۱۰	۱۰۰۰	۳/۰۹۰	۶۰	۱/۶۷	-۰/۲۵۳
۰/۵۰	۲۰۰	۲/۵۷۶	۶۵	۱/۵۴	-۰/۳۸۵
۱/۰	۱۰۰	۲/۳۲۶	۷۰	۱/۴۳	-۰/۵۲۴
۲/۵	۴۰	۱/۹۶۰	۷۵	۱/۳۳	-۰/۶۷۴
۵/۰	۲۰	۱/۶۴۵	۸۰	۱/۲۵	-۰/۸۴۲
۱۰/۰	۱۰	۱/۴۸۲	۸۵	۱/۱۸	-۱/۰۳۶
۱۵/۰	۶/۶۷	۱/۰۳۶	۹۰	۱/۱۱	-۱/۲۸۲
۲۰/۰	۵	۰/۸۴۲	۹۵	۱/۰۵	-۱/۶۴۵
۲۵/۰	۴	۰/۶۷۴	۹۷/۵	۱/۰۳	-۱/۹۶۰
۳۰/۰	۳/۳۳	۰/۵۲۴	۹۹/۰	۱/۰۱	-۲/۳۲۶
۳۵/۰	۲/۸۶	۰/۳۸۵	۹۹/۵	۱/۰۰۵	-۲/۵۷۶
۴۰/۰	۲/۵	۰/۲۵۳	۹۹/۹	۱/۰۰۱	-۳/۰۹۰
۴۵/۰	۲/۲۲	۰/۱۲۶	۹۹/۹۵	۱/۰۰۰۵	-۳/۲۹۱
۵۰/۰	۲/۰	۰/۰۰۰	۹۹/۹۹	۱/۰۰۰۱	-۳/۷۹۱

منبع: علیزاده، ۱۳۸۰، ۵۹۶

شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سیل

مهمترین عوامل ایجاد سیل عبارتند از:

- **عوامل اقلیمی:** در میان عناصر و عوامل اقلیمی، بارندگی عمده ترین نقش را در وقوع طغیانها و سیلابها ایفا می نمایند؛ به نحوی که تغییرات بارندگی مستقیماً بر سیلاب مؤثر است. بدیهی است که بر اثر بارندگی زیاد و طولانی، خاک اشباع می شود و رواناب سطحی افزایش می یابد. به همین دلیل بارندگی های سیکلونیک علیرغم شدت کم و ریزدانه بودن بر اثر تداوم منجر به وقوع سیل می شود. همچنین بارندگی های کانوکشنال به دلیل شدت

خارج می شود. این حوضه خطرناکترین حوضه از نظر وقوع سیل محسوب می شود. از این رو در سال ۱۳۲۷ هجری شمسی توسط مهندسين فرانسوی سدی بر گلوگاه این حوضه احداث گردیده اما با گذشت زمان افزایش رسوبات در پشت سد و همچنین اقدامات نادرست انسان در داخل حوضه و حتی مسیل منتهی به شهر لار را به دنبال داشته است. لذا بررسی مجدد داده های هیدرولوژیکی و آب و هواشناسی این حوضه و تخمین سیلاب های آن و ارائه راهکارهایی بر اساس نتایج به دست آمده در رفع خطر احتمالی سیل در شهر لار بسیار مفید خواهد بود.



تحلیل بارندگی

برای تحلیل بارندگی حوضه از سالنامه هواشناسی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۴ و همچنین آمار ایستگاه هواشناسی فرودگاه بین المللی لارستان در طی دوره آماری ۲۰۰۵ استفاده شده است. انتخاب این ایستگاه به علت نزدیکی به حوضه بوده است.

همانگونه که در جدول شماره ۱ آمده است، بیشترین بارندگی حوضه در مارس (اسفند) و کمترین آن در می (اردیبهشت) اتفاق می افتد.

جدول شماره ۲ نشان می دهد زمستان بیشترین و بهار کمترین مقدار بارندگی را دریافت می کنند. نتیجه اینکه بارندگی لار مانند بیشتر نقاط ایران زمستانه بوده و علاوه بر آن مانند برخی از نقاط جنوبی و جنوب شرقی ایران از بارندگی تابستانه نیز بهره می گیرد که در مقام مقایسه بسیار کمتر از بارندگی زمستانه است.

از جدول شماره ۳ مشخص می شود که مجموع بارندگی سالانه حوضه تغییرات زیادی دارد، بطوریکه در طی دوره آماری ۲۵ ساله کمترین میزان بارندگی سالانه ۵۵/۳ میلیمتر و بیشترین آن ۴۴۰/۵ میلیمتر است.

برای درک بهتر آمار بارندگی از ضریب تغییرات (CV) استفاده می کنیم. ضریب تغییرات بارندگی که حاصل ضرب نسبت انحراف معیار داده های بارندگی به میانگین آنها درصد است؛ $CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$ می تواند شاخص خوبی در میزان قاعده پذیری مکانیسم های بارندگی منطقه باشد. عدد ۴۰ برای شاخص محور تعیین کننده است بدین نحو که اگر مقدار $CV < 40$ باشد نظم مورد نظر تأمین است و هر چه این مقدار از ۴۰ بیشتر بوده باشد دال بر بی نظمی حدوث بارندگی و یا به عبارتی حاکمیت ویژگی های مناطق خشک است. (رامشت، ۱۳۷۵، ۳۴)

جهت محاسبه این ضریب برای حوضه سد، انحراف از معیار را از جدول شماره ۴ و میانگین بارندگی سالانه را از جدول شماره ۳ مورد استفاده قرار داده که در نهایت این ضریب برای حوضه سد عدد ۵۲/۳ درصد می باشد.

$$cv = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \rightarrow c.v = \frac{109}{208.4} \times 100 \rightarrow c.v = 52.3$$

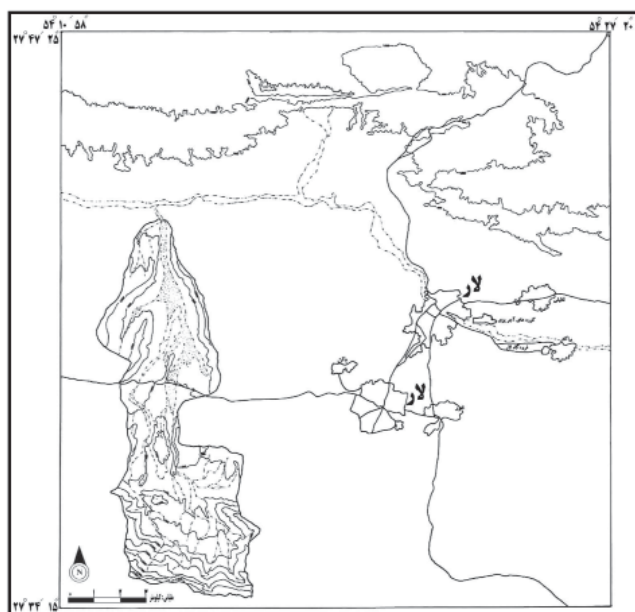
به نظر می آید مجموع بارندگی سالانه حوضه به مانند اکثر نقاط جنوبی ایران از نظم کافی برخوردار نیست؛ که این مسئله هر نوع برنامه ریزی را با مشکل مواجه خواهد کرد مخصوصاً در زمینه هیدرولوژی و مهار سیلاب ها. لذا بهتر است میزان بارندگی سالانه را براساس دوره های بازگشت طولانی مدت محاسبه و حجم سیلاب را برآورد و بر مبنای آن طرح های هیدرولوژیکی را اجرا نمود.

- فراوانی وقوع و دوره بازگشت بارندگی سالانه حوضه

یکی از واژه هایی که در آمار و احتمالات زیاد استعمال می شود فراوانی وقوع^۲ یا تعداد دفعاتی است که یک پارامتر مشخص در مدت زمان معین اتفاق می افتد. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۵۷۸)

غالباً به جای کلمه احتمال از واژه دوره بازگشت^۳ نیز استفاده می شود. دوره بازگشت عکس احتمال است و آن تعداد سال هایی است که بطور

زیاد و درشت دانه بودن فرصت نفوذ در زمین را پیدا نمی کنند و به جای جریان یافتن عمقی در سطح زمین جاری شده و حجم و شدت رواناب را افزایش می دهند. با توجه به این مسایل، لازم است که آمار بارندگی بدقت تجزیه و تحلیل گردند و با توجه به بارندگی (حداکثر مقدار بارندگی) دوره بازگشت محاسبه شود. (زمردیان، ۱۳۷۸، ۲۱۱)

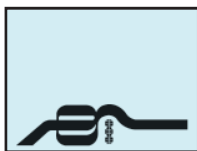


نقشه ۲: توپوگرافی حوضه

- **عوامل مورفومتری:** عواملی هستند که مقادیرشان برای هر حوضه نسبتاً ثابت است و نشان دهنده وضع ظاهری حوضه می باشد. این عوامل از آنجایی حائز اهمیت هستند که بین آنها و رواناب حوضه رابطه وجود دارد و در مورد حوضه هایی که در آنها داده های اندازه گیری دبی وجود ندارد می توان از این روابط استفاده نموده و مقدار رواناب یا شدت سیلاب ها را تخمین زد. این عوامل عبارتند از: مساحت، محیط، طول آبراهه اصلی، شکل حوضه، شیب حوضه، ارتفاع حوضه، عرض و طول مستطیل معادل، و زمان تمرکز حوضه. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۴۰۲)

- **ویژگی های خاک شناسی و پوشش گیاهی:** این دو عامل در میزان نفوذ پذیری حوضه و ضریب نگهداشت سطحی آن و در نهایت حجم جریانات سطحی نقش داشته که به صورت غیر مستقیم در محاسبه زمان تمرکز مورد توجه قرار خواهند گرفت.

- **عامل انسانی:** رشد جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن آثار نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه های آبریز برجای می گذارند که به افزایش سیلاب ها و کاهش تغذیه سفره های زیر زمینی می انجامد. (طاهری بیهانی، ۱۳۷۱، ۱۱۳)



جدول ۷: فراوانی وقوع و دوره بازگشت حداکثر بارندگی روزانه حوضه بر اساس فرمول گامیل ۱۹۸۱-۲۰۰۵

دوره بازگشت (سال) T	احتمال وقوع P	حداکثر بارندگی روزانه به ترتیب نزولی (میلیمتر)	رتبه	دوره بازگشت (سال) T	احتمال وقوع P	حداکثر بارندگی روزانه به ترتیب نزولی (میلیمتر)	رتبه
۱/۶۴	۰/۳۹	۳۱	۱۴	۱۰۰	۰/۹۹	۱۰۲	۱
۱/۶	۰/۳۷	۳۰/۴	۱۵	۱۶۷	۰/۹۴	۷۵	۲
۱/۵۶	۰/۳۶	۳۰	۱۶	۹/۱	۰/۸۹	۶۴	۳
۱/۵	۰/۳۴	۲۹	۱۷	۸/۳	۰/۸۸	۶۳/۴	۴
۱/۴۷	۰/۳۲	۲۸	۱۸	۷/۷	۰/۸۷	۶۱	۵
۱/۴۳	۰/۳۰	۲۷	۱۹	۴/۵	۰/۸۸	۵۲	۶
۱/۴۳	۰/۳۰	۲۷	۲۰	۲/۹	۰/۶۶	۴۴	۷
۱/۳	۰/۲۳	۲۴	۲۱	۲/۵	۰/۶	۴۱	۸
۱/۲	۰/۱۷	۲۱/۱	۲۲	۲/۵	۰/۶	۴۱	۹
۱/۱۵	۰/۱۳	۱۹	۲۳	۲/۴	۰/۵۹	۴۰	۱۰
۱/۱	۰/۰۹	۱۶	۲۴	۲/۱	۰/۵۲	۳۷	۱۱
۱	۰/۰۲	۹	۲۵	۲	۰/۵	۳۶	۱۲
				۱/۷	۰/۴۲	۳۲/۵	۱۳

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸: خصوصیات مورفولوژیک حوضه

۰/۲۲	ضریب شکل	۵۴/۴۵ کیلومتر مربع	مساحت
۱/۷	ضریب فشردگی	۴۴/۵ کیلومتر	محیط
۱۹/۷ کیلومتر	طول مستطیل معادل	۱۵/۵ کیلومتر	طول حوضه
۲/۷۵ کیلومتر	عرض مستطیل معادل	۱۷ کیلومتر	طول آبراهه اصلی
۱۱۰۶/۵ متر	ارتفاع متوسط حوضه	۷۴ کیلومتر	مجموع طول آبراهه‌ها
۴/۷ درصد	شیب آبراهه اصلی	۱/۳ کیلومتر بر کیلومتر مربع	تراکم شبکه آبراهه‌ای
۱۵ درصد	شیب حوضه	۴	رده رودخانه در نقطه تمرکز
۱۳/۱ ساعت	زمان تمرکز	۳	نسبت انشعاب

منبع: یافته‌های پژوهش

نرمال و استفاده از ضریب فراوانی و فرمول $(x = \bar{x} + k.s)$ تجزیه و تحلیل نموده و برای دوره‌های بازگشت ۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله مقدار بارندگی را بطور تخمینی بدست می‌آوریم.

محاسبات بدین صورت است که ابتدا ضریب فراوانی K را از جدول شماره ۶ برای دوره‌های بازگشت ۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله به ترتیب ۱/۹۶، ۲/۳۲۶، ۲/۵۷۶ بدست آورده و با داشتن میانگین داده‌ها \bar{x} و انحراف معیار S، میزان بارندگی سالانه X با دوره بازگشت ۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله به ترتیب ۴۲، ۴۶۱/۹، ۴۸۹/۲ میلیمتر خواهد بود.

$$(x = \bar{x} + k.s)$$

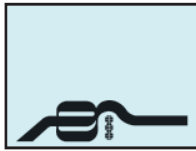
$$x_{100} = 208/4 + 2/326 \times 109 \Rightarrow x_{100} = 461/9 \quad m$$

$$x_{200} = 208/4 + 2/576 \times 109 \Rightarrow x_{200} = 498/2 \quad m$$

متوسط بین وقوع دو حادثه مشابه وجود دارد. اگر دوره بازگشت T و احتمال وقوع P باشد، خواهیم داشت: $T = \frac{1}{p}$. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۵۸۱).

جدول شماره ۵ فراوانی وقوع و دوره بازگشت بارندگی سالانه حوضه که با استفاده از فرمول ویبول $p = \frac{m}{n+1}$ محاسبه شده است را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول بیشترین بارندگی سالانه که ۴۴۰/۵ میلیمتر است بطور متوسط هر ۲۶/۳ سال یکبار اتفاق می‌افتد و بطور متوسط هر سال بارندگی سالانه به ۵۵/۳ میلیمتر خواهد رسید.

در رابطه $T = \frac{1}{p}$ کلیه پیش‌بینی‌های ما بر اساس همان آماری است که در اختیار بوده و اگر بخواهیم آن را برای بارندگی‌هایی با دوره بازگشت زیادتر تعمیم دهیم باید از روش‌های آماری دیگری استفاده نماییم. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۱۷۶)



جدول ۹: رواناب سالانه حوضه بر اساس روش کتابین ۱۹۸۱-۲۰۰۵

رواناب سالانه (میلیمتر)	بارندگی سالانه (میلیمتر)	میانگین دما سالانه (سانتیگراد)	سال	رواناب سالانه (میلیمتر)	بارندگی سالانه (میلیمتر)	میانگین دما سالانه (سانتیگراد)	سال
۳	۱۱۷/۳	۲۳/۵	۱۹۹۴	۶	۱۵۷	۲۲/۹	۱۹۸۱
۴۸/۵	۴۴۰/۵	۲۲/۷	۱۹۹۵	۲۲	۲۹۶/۵	۲۳/۱	۱۹۸۲
۳۱	۳۵۴	۲۲/۶	۱۹۹۶	۹/۴	۱۹۸	۲۴/۵	۱۹۸۳
۱۷/۷	۲۶۵/۹	۲۲/۹	۱۹۹۷	۳/۸	۱۲۵/۷	۲۳/۶	۱۹۸۴
۹/۴	۱۹۸/۱	۲۴/۱	۱۹۹۸	۳	۱۱۵	۲۳/۹	۱۹۸۵
۳/۷	۱۲۳/۶	۲۴/۲	۱۹۹۹	۱۳	۲۳۴	۲۳/۶	۱۹۸۶
۲/۵	۱۰۲/۱	۲۳/۹	۲۰۰۰	۱/۷	۸۵	۲۴/۳	۱۹۸۷
۰/۷	۵۵/۳	۲۴/۲	۲۰۰۱	۱۳	۲۳۴	۲۴/۲	۱۹۸۸
۴/۸	۱۴۱/۲	۲۴	۲۰۰۲	۸	۱۸۴	۲۳/۶	۱۹۸۹
۸/۸	۱۹۲/۱	۲۳/۹	۲۰۰۳	۱/۵	۷۸	۲۲/۷	۱۹۹۰
۱۰/۵	۲۰۸/۸	۲۴/۲	۲۰۰۴	۲۸/۴	۳۴۳/۸	۲۳/۴	۱۹۹۱
۵	۱۴۳/۹	۲۳/۵	۲۰۰۵	۴۱	۳۹۸/۴	۲۲/۱	۱۹۹۲
				۴۴	۴۲۰	۲۳/۱	۱۹۹۳

اگر بخواهیم حداکثر بارندگی روزانه با دوره بازگشت ۱۵۰ و ۲۰۰ ساله را برای حوضه تخمین بزنیم از فرمولهای زیر استفاده می کنیم.

$$p = 1 - \frac{1}{T}$$

$$x = L_n(L_n p) \cdot a - u$$

حداکثر بارندگی روزانه با دوره بازگشت ۱۵۰ ساله در حوضه

$$p = 1 - \frac{1}{150} \rightarrow p = 0.993$$

$$x = L_n(L_n 0.993 \times 15.8 - (-30/1)) \rightarrow x = 108/4 \text{ mm}$$

حداکثر بارندگی روزانه با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله در حوضه

$$p = 1 - \frac{1}{200} \rightarrow p = 0.995$$

$$x = L_n(L_n 0.995 \times 15.8 - (-30/1)) \rightarrow x = 113.77 \text{ mm}$$

گاهی اوقات در طراحی سازه‌های هیدرولوژیکی بسیار مهم نیاز به تخمین میزان بارندگی است که بیشتر از آن میزان هیچگاه بارندگی دیگری اتفاق نمی‌افتد. به عبارتی آن سازه هیدرولوژیکی آنقدر مهم است که نباید هیچ بارندگی آن را تهدید کند. لذا در این مورد به محاسبه بزرگترین بارندگی محتمل پرداخته و تخمین حجم سیلاب بر اساس آن صورت گرفته و سازه هیدرولوژیکی را با توجه به تخمین‌های انجام گرفته، طراحی می کنند.

بزرگترین بارندگی محتمل (P.M.P) -

بر حسب تعریف بالاترین بارندگی محتمل که بدون ذکر دوره بازگشت

اما در هیدرولوژی هر بارندگی دارای مدت، شدت و مقدار است. به عبارت دیگر بررسی بارندگی سالانه که از چندین بارندگی با مقادیر متفاوت و شدت‌های مختلف تشکیل یافته برای بررسی سیلاب‌ها زیاد کاربرد نخواهد داشت و بهتر است به تجزیه و تحلیل آمار بارندگی روزانه (۲۴ ساعته) پرداخته شود.

- تحلیل احتمال وقوع و دوره بازگشت حداکثر بارندگی‌های روزانه حوضه:

برای تخمین بالاترین و پائین ترین مقادیر یک متغیر که ممکن است اتفاق افتاده باشد و یا هر چند وقت یکبار اتفاق می‌افتد، معمولاً از روش تجزیه و تحلیل مقادیر انتهایی استفاده می شود.

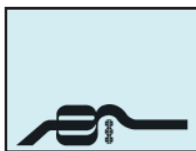
از جمله توزیع‌های آماری که در مورد متغیرهای حد انتهایی بکار می رود، توزیع گامبل است. از این رو این توزیع را در مورد حداکثر بارندگی روزانه حوضه بکار می بریم.

در جدول شماره ۷ آمار حداکثر بارندگی روزانه حوضه ۲۰۰۵-۱۹۸۱ به ترتیب نزولی مرتب شده، میانگین و انحراف از معیار داده‌ها به دست آمده و با توجه به فرمولهای زیر برای هر کدام احتمال وقوع و دوره بازگشت محاسبه گردیده است.

$$a = 0.7797s \quad u = 0.5772 a - \bar{x}$$

$$p = e^{-e^{-\left[\frac{(u+x)}{a}\right]}}$$

$$T = \frac{1}{1-p}$$



جدول ۱۰: رواناب و دبی اوج سیلاب‌های حاصل از حداکثر بارندگی روزانه حوضه بر اساس روش S.C.S ۱۹۸۱ - ۲۰۰۵

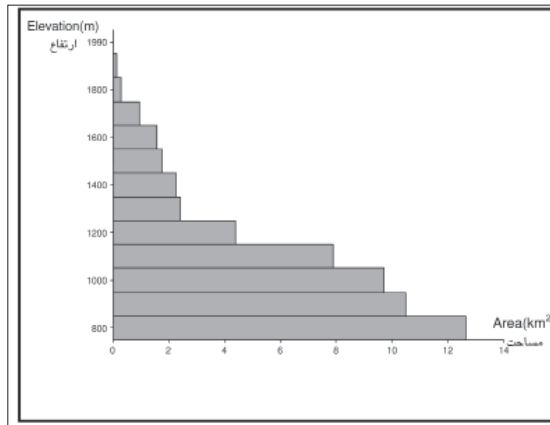
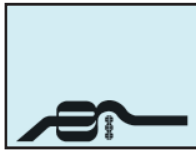
ردیف	حداکثر بارندگی روزانه (سانتیمتر)	ارتفاع رواناب (سانتیمتر)	دبی اوج سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	حجم رواناب (مترمکعب)	ردیف	حداکثر بارندگی روزانه (سانتیمتر)	ارتفاع رواناب (سانتیمتر)	دبی اوج سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	حجم رواناب (مترمکعب)
۸۱	۴/۱	۰/۲۵	۲/۵	۱۳۶۱۲۵	۹۴	۱/۹	---	---	---
۸۲	۳/۱	۰/۰۵۵	۰/۵۴	۲۹۹۴۷/۵	۹۵	۷/۵	۱/۶۴	۱۶/۱۵	۸۹۲۹۸۰
۸۳	۴	۰/۲۲۵	۲/۲	۱۲۲۵۱۲/۵	۹۶	۶/۳۴	۱/۰۶	۱۰/۴	۵۷۷۱۷۰
۸۴	۱/۶	---	---	---	۹۷	۴/۴	۰/۳۳۲	۳/۳	۱۸۰۷۷۴
۸۵	۲/۹	۰/۰۳۲	۰/۳	۱۷۴۲۴	۹۸	۲/۸	۰/۰۲۲	۰/۲۲	۱۱۹۷۹
۸۶	۳/۷	۰/۱۵۷	۱/۵	۸۵۴۸۶/۵	۹۹	۲/۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۲	۶۵۳/۴
۸۷	۲/۷	۰/۰۱۵	۰/۱۵	۸۱۶۷/۵	۱۰۰	۳/۶	۰/۱۴	۱/۴	۷۶۲۳۰
۸۸	۴/۱	۰/۲۵	۲/۵	۱۳۶۱۲۵	۱۰۱	۰/۹	---	---	---
۸۹	۳/۲۵	۰/۰۷۶	۰/۷۵	۴۱۳۸۲	۱۰۲	۳/۰۴	۰/۰۵	۰/۵	۲۷۲۲۵
۹۰	۲/۷	۰/۰۱۵	۰/۱۵	۸۱۶۷/۵	۱۰۳	۳	۰/۰۴	۰/۴	۲۱۷۸۰
۹۱	۵/۲	۰/۵۹	۵/۸	۳۲۱۲۵۵	۱۰۴	۶/۴	۱/۰۹	۱۰/۷	۵۹۳۵۰۵
۹۲	۶/۱	۰/۹۶	۹/۴	۵۲۲۷۲۰	۱۰۵	۲/۱۱	---	---	---
۹۳	۱۰/۲	۳/۲۴	۳۲	۱۷۶۴۱۸۰					

منبع: یافته‌های پژوهش.

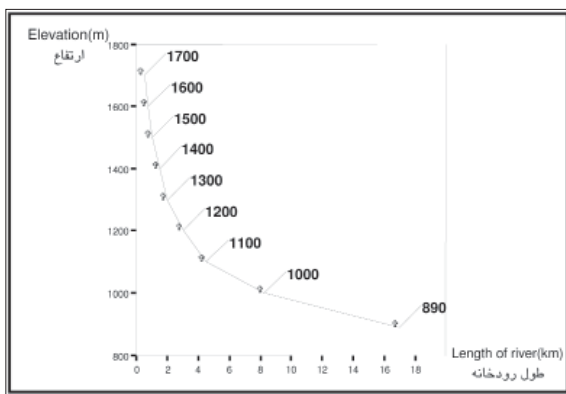
جدول ۱۱: مقدار CN برای حوضه‌های مختلف با توجه به نفوذپذیری خاک (گروه‌های A, B, C, D) و پوشش سطح حوضه

D	C	B	A	خصوصیات پوشش سطح حوضه
۷۹	۷۳	۶۰	۳۶	پوشش جنگلی متوسط
۷۷	۷۰	۵۵	۲۵	پوشش جنگلی خوب
۸۴	۷۹	۶۹	۴۹	مراتع طبیعی با پوشش متوسط
۸۰	۷۴	۶۱	۳۹	مراتع طبیعی با پوشش خوب
				اراضی کشاورزی
۸۳	۷۸	۶۹	۵۵	زیر کشت حبوبات
۸۸	۸۴	۷۶	۶۵	زیر کشت غلات (ردیف‌های مستقیم)
۸۴	۸۱	۷۳	۶۰	زیر کشت غلات (ردیف‌ها به موازات خطوط تراز)
				زیر کشت گیاهان ردیفی
۹۱	۸۸	۸۱	۷۲	ردیف‌های مستقیم با پوشش متوسط
۸۹	۸۵	۷۸	۶۷	ردیف‌های مستقیم با پوشش خوب
				ردیف‌ها به موازات خطوط تراز
۸۸	۸۴	۷۹	۷۰	با پوشش متوسط
۸۶	۸۲	۷۵	۶۵	با پوشش خوب
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	پشت بام‌ها، پارکینگ‌ها و دیگر جاهای آسفالتی
۹۲	۹۰	۸۵	۷۷	مناطق مسکونی با ۶۵٪ آسفالت
۸۴	۷۹	۶۸	۵۱	مناطق مسکونی با ۲۰٪ آسفالت
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	خیابان‌ها و جاده‌های آسفالتی
۸۹	۸۷	۸۲	۷۲	جاده‌های خاکی
۹۱	۸۹	۸۵	۷۶	جاده‌های شوسه

منبع: یافته‌های پژوهش.



نمودار ۲: نمودار آلتی متری حوضه



نمودار ۳: نیمرخ طولی آبراهه اصلی

برآورد و تحلیل سیلاب حوضه سد تخمین آبدهی سالانه حوضه

یکی از ابتدایی ترین کارها در هیدرولوژی اندازه گیری رواناب سالانه یک رودخانه است. در حوضه هایی که دارای ایستگاه اندازه گیری آب می باشند این کار چندان دشوار نیست اما برآورد آن برای حوضه های فاقد اینگونه ایستگاه ها از طریق روش های تخمین آبدهی سالانه صورت می گیرد. از این میان روش کتاین انتخاب گردیده است.

روش کتاین

اساس کار در این روش بر مبنای میزان کمبود جریان در حوضه استوار است و با استفاده از آن رواناب بدست می آید.

R: ارتفاع رواناب (متر)

$$R = P - D$$

P: بارندگی سالانه حوضه (متر)

$$D = P - I p^2$$

D: کمبود جریان سالانه (متر)

$$I = \frac{1}{0.8 + 0.14 T}$$

T: دمای متوسط حوضه (درجه سانتیگراد).

توصیف می شود بزرگترین بارندگی است که در یک مدت مشخص در یک منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی امکان ریزش آن وجود دارد و بارانی بزرگتر از آن نخواهد بارید.

P.M.P از این نظر حائز اهمیت است که اگر تأسیسات هیدرولوژیکی بر اساس آن طراحی شود چنین تأسیساتی نباید هیچگاه از نظر بارندگی و سیل در معرض خطر قرار گیرد.

برای محاسبه P.M.P حوضه از روش آماری استفاده شده است. به نحوی که بارندگی های روزانه را در نظر گرفته ماکزیمم های مربوط به آن را در طی دوره آماری برای هر سال استخراج کرده و با بکارگیری رابطه زیر مقدار آن محاسبه شده است.

P.M.P: حداکثر بارندگی محتمل (میلی متر)

$$P.M.P = \bar{R} + K.S$$

\bar{R} : متوسط بارندگی t ساعته (میلی متر)

S: انحراف از معیار

K: ضریبی است که مقدار آن ۱۵ در نظر گرفته می شود.

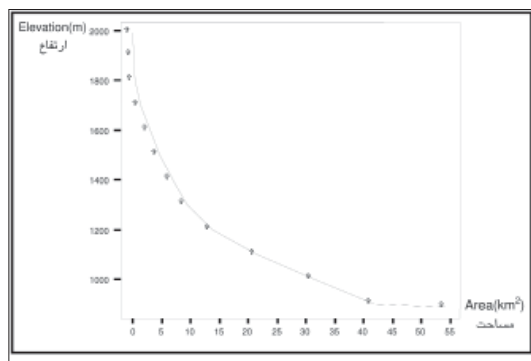
$$P.M.P = 39.216 + 15 \times 20.326 \rightarrow P.M.P = 344.1$$

با توجه به تحلیل های بارندگی در قسمت های فوق می توان نتایج را در برآورد سیلاب بکار برد تا حجم سیلابی که تخمین زده می شود به واقعیت نزدیکتر باشد.

مورفومتری حوضه

با توجه به نقشه شماره ۲ به اندازه گیری برخی خصوصیات حوضه شامل مساحت، محیط، طول حوضه، طول آبراهه اصلی، طول مجموع آبراهه ها اقدام شده که نتایج آن در جدول شماره ۸ موجود است. همچنین خصوصیات دیگری مانند ضریب فشردگی، ضریب شکل، ارتفاع متوسط حوضه، شیب آبراهه اصلی، شیب حوضه و زمان تمرکز محاسبه که در جدول شماره ۸ ذکر گردیده است.

علاوه بر این جدول، نمودارهای شماره ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب نمودار هیپسومتری حوضه، نمودار آلتی متری حوضه، و نیمرخ طولی آبراهه اصلی نیز تهیه شده است.



نمودار شماره ۱: نمودار هیپسومتری حوضه



$$TP = 0.6 TC + \sqrt{TC}$$

TC: زمان تمرکز حوضه (ساعت)

با توجه به جدول شماره ۱۰ ارتفاع رواناب حاصل از حداکثر بارندگی روزانه سال ۱۹۹۳ (۱۳۷۲)، ۳/۲۴ سانتیمتر است که باعث تخریب بخش‌هایی از سد شد.

نتیجه‌گیری و بحث

نزدیکی حوضه سد به شهر لار و کوتاه بودن زمان تمرکز این حوضه باعث گردیده مردم شهر لار از گذشته‌های دور به مهار سیلاب‌های آن بپردازند که بقایای سیل بندهای کوچک نشانه این موضوع است؛ در سال ۱۳۲۷ هجری شمسی بر روی این حوضه سدی احداث شد که ضمن مهار سیلاب‌های مخرب باعث تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی گردید، به نحوی که چاه‌های آب اراضی زراعی پشت سد تقویت شدند. نقشه شماره ۲ حوضه سد و مسیل اصلی و موقعیت شهر لار را نشان می‌دهد.

از بررسی مجدد شرایط اقلیمی و مورفومتری حوضه نتایج زیر حاصل می‌شود:

۱. ضریب تغییر پذیری C.V بارندگی حوضه بالا است که نشانه بی‌نظمی در بارندگی است. لذا تخمین بارندگی و سیلاب ناشی از آن باید بر اساس دوره‌های بازگشت طولانی مدت صورت گیرد. که تخمین حداکثر بارندگی روزانه با دوره ۲۰۰ ساله حوضه معادل ۱۱/۴ سانتیمتر خواهد بود و سیلاب ناشی از آن به ارتفاع ۴ سانتیمتر و حجم سیلاب ۲۱۷۸۰۰۰ متر مکعب و دبی اوج آن ۳۹/۵ متر مکعب بر ثانیه محاسبه شده است.

این در حالی است که با توجه به جدول شماره ۱۰ میزان حداکثر بارندگی روزانه سال ۱۹۹۳ (۱۳۷۲) که موجب تخریب بخش‌هایی از سد گردید ۱۰/۲ سانتیمتر بوده که دبی اوج حاصل آن سیلاب ۳۲ متر مکعب بر ثانیه برآورد شده است.

با یک مقایسه ساده روشن می‌شود در دبی اوج سیلاب با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله تقریباً ۱/۲ برابر سال ۱۹۹۳ خواهد بود که در صورت وقوع چنین سیلابی نه تنها یک سازه هیدرولوژیکی با ارزش از دست خواهد رفت بلکه شهر لار در معرض خطر جدی قرار خواهد گرفت.

۲. یکی از علل جاری شدن سیل سال ۱۳۷۲ بسته بودن دریاچه اصلی سد بود، بعلاوه عدم آمادگی قبلی متصدیان امر دریاچه سد که مدت‌ها مورد استفاده قرار نگرفته بود باز نشد و سیلاب تاج سد را درنوردید. در حال حاضر که نزدیک به ۱۳ سال از آن حادثه می‌گذرد دریاچه سد در زیر رسوبات مدفون است.

۳. با استفاده از فرمولهای تخمین میزان رواناب

$$R = \frac{(p - 0.2 s)^2}{p + 0.8 s}, S = \frac{2540}{CN} - 25.4$$

این نتیجه حاصل می‌شود که با افزایش CN رواناب نیز افزایش خواهد یافت. در این فرمول CN نمایه خصوصیات حوضه از نظر نفوذپذیری است.

با توجه به جدول شماره ۹ ملاحظه می‌شود که رواناب سالانه حوضه در پرباران ترین سال حدود ۴۸/۵ میلی‌متر می‌باشد.

اما بارندگی سالانه از بارندگی‌های متعددی تشکیل یافته که هر کدام دارای مقدار، مدت، شدت بوده که سیلاب‌هایی با اندازه‌های متفاوتی بوجود می‌آورند. مثلاً ممکن است مقدار بارندگی سالانه زیاد نباشد اما در همان سال یک باران با مدت کم و مقدار زیاد اتفاق افتاده باشد که درصد بالایی از بارندگی سالانه را شامل گردد.

بنابراین در هیدرولوژی بررسی بارندگی با توجه به ویژگی‌های آن دقیق تر خواهد بود. لذا حداکثر بارندگی روزانه و رواناب حاصل از آن بررسی می‌شود.

-محاسبه رواناب و دبی اوج سیلاب حاصل از حداکثر بارندگی‌های روزانه حوضه

در طراحی سازه‌های کوچک مانند پل‌ها، آب‌بندها، سدهای کوچک تنها دانستن حداکثر دبی لحظه‌ای سیل کفایت می‌کند و نیازی به داشتن هیدروگراف نیست. زیرا این تأسیسات عمدتاً در مقابل حداکثر دبی سیل حساس هستند و حجم سیلاب تأثیر چندانی بر آنها نخواهد داشت. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۶۶۵) برای این منظور از روش S.C.S استفاده شده است.

روش S.C.S از جمله روش‌های معمول در محاسبه رواناب و دبی اوج سیلاب برای حوضه‌هایی است که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی سیلاب وجود ندارند.

در این روش فقط حداکثر دبی لحظه‌ای و زمان رسیدن به دبی پیک مورد نظر است؛ که با استفاده از فرمول‌های زیر قابل محاسبه است. (علیزاده، ۱۳۸۰، ۶۶۵) نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در حوضه‌های مختلف نشان داده که چنانچه ارتفاع بارندگی کمتر از S ۰/۲ باشد فرض می‌شود که رواناب بوجود نخواهد آمد، به عبارتی حدود ۰/۲ آن قبل از شروع جریان یافتن هرزاب بصورت تلفات اولیه عمل می‌کند. (مهروی، ۱۳۸۱، ۱۴۷) بنابراین در جدول شماره ۱۰ برای حداکثر بارندگی‌های روزانه برخی سال‌ها که ارتفاعی کمتر از S ۰/۲ داشته اند ارتفاع رواناب و دبی اوج سیلاب محاسبه نگردیده است.

QP: دبی پیک (متر مکعب بر ثانیه)

$$Q = \frac{0.0208 AR}{TP}$$

A: مساحت حوضه (هکتار)

R: مقدار رواناب (سانتیمتر)

$$R = \frac{(p - 0.2 S)^2}{p + 0.8 S} \quad P > 0.2 S$$

S: ضریب نگهداشت سطحی (سانتیمتر)

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4$$

CN: شماره منحنی حوضه

P: مقدار بارندگی (سانتیمتر)

TP: زمان رسیدن به دبی پیک (ساعت)



۸- مهدوی، محمد (۱۳۸۱)، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۹- ناظم‌السادات، سید محمد جعفر (۱۳۸۰)، آیا باران می‌بارد؟، شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

۱۰- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰۰ لارستان.
11. Pacione, M. (1999): Applied Geography; Principles and Practice. By Routledgs, P. 95.

پی‌نوشت

- 1- Survey research
- 2- Frequency
- 3- Return period

(علیزاده، ۱۳۸۰، ۴۲۷) که به نوع خاک حوضه و نوع پوشش سطحی حوضه بستگی دارد.

با مشاهده جدول شماره ۱۱ که میزان CN را برای اراضی با کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد، این نتیجه حاصل می‌شود که تبدیل شدن مراتع طبیعی به اراضی کشاورزی، افزایش CN را در پی خواهد داشت. یعنی رواناب بیشتر می‌شود که چنین موضوعی در حوضه اتفاق افتاده است؛ به عبارتی بخش‌هایی از زمین‌های مسطح نزدیک به سد زیر کشت رفته که علاوه بر کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب، باعث شخم زدن زمین و پراکنده شدن خاک و حمل آسان آن به سمت سد و افزایش رسوبات شده است که ضمن کاهش عمر مفید سد خطر سیلاب را افزایش داده است.

۴. دخل و تصرف انسان تنها به حوضه سد محدود نشده است بلکه برداشت شن و ماسه قسمتهایی از مسیل پشت سد باعث افزایش سرعت آب و افزایش قدرت فرسایشی آن شده است از طرف دیگر عدم رعایت حریم رودخانه در حاشیه شهر باعث گردیده در صورت وقوع سیلی به مانند سال ۱۳۷۲ خسارات مالی بیشتری به بار آید.

برای رفع خطرات احتمالی راهکارهایی ارائه می‌گردد که عبارتند از:

۱. توقف سریع عملیات زراعی غیر مجاز در داخل حوضه سد.
۲. درخت کاری در حوضه با هدف نفوذ بیشتر آب در زمین.
۳. برداشت رسوبات پشت سد حداقل تا قسمت پایین دریچه اصلی.
۴. آماده بودن تأسیسات سد؛ جهت مقابله با سیلاب‌های خطرناک باید همیشه تأسیسات سد را آماده نگهداشت زیرا همانطور که گفته شد بارندگی حوضه دارای ضریب تغییر پذیری C.V بالای است.
۵. اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی در حوضه و حتی مسیل‌های پشت سد بطور مثال حفر چاه‌های تغذیه‌ای در حوضه و یا حفر گورآبهایی در مسیل پشت سد.

منابع و مأخذ

- ۱- رامشت، محمد حسین (۱۳۷۵)، کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی ملی - منطقه‌ای - اقتصادی، اصفهان: انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۲- رهنمایی، محمد تقی (۱۳۷۱)، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی، تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- ۳- زمردیان، محمد جعفر (۱۳۷۸)، کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۴- سازمان هواشناسی کشور (۱۹۸۱-۲۰۰۵)، سالنامه هواشناسی، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.
- ۵- شریفی، فرود و دیگران (۱۳۸۱)، مدیریت جامع حوضه‌های آبخیز کلید توسعه منابع زیستی، مجله جنگل و مرتع شماره ۵۶.
- ۶- طاهری بهبهانی، محمد طاهر (۱۳۷۱)، راهنمای مطالعات کنترل سیل در طرح ریزی شهری، تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- ۷- علیزاده، امین (۱۳۸۰)، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.